

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 970 713 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
12.01.2000 Bulletin 2000/02

(51) Int Cl.7: **A61M 16/00, A61N 1/36**

(21) Numéro de dépôt: **99401683.0**

(22) Date de dépôt: **06.07.1999**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorité: **06.07.1998 FR 9808639**

(71) Demandeur: **ELA MEDICAL  
F-92541 Montrouge (FR)**

(72) Inventeur: **Bonnet, Jean-Luc  
92120 Montrouge (FR)**

(74) Mandataire: **Dupuis-Latour, Dominique et al  
Avocat à la Cour,  
Cabinet Bardehle, Pagenberg & Partner,  
14 boulevard Malesherbes  
75008 Paris (FR)**

(54) **Dispositif médical implantable actif permettant le traitement par électrostimulation du syndrome de l'apnée du sommeil**

(57) Ce dispositif comprend des moyens de stimulation cardiaque, des moyens de mesure de l'activité respiratoire du patient, et des moyens de détermination d'un état d'activité, cet état étant susceptible de prendre, en fonction de critères prédéterminés, une valeur représentative d'un état de sommeil du patient. Il comprend en outre des moyens d'analyse, pour déterminer la survenue d'une apnée en fonction du signal délivré par les

moyens de mesure, et des moyens de commande des moyens de stimulation, aptes à commander l'application sélective au patient d'un stimulus électrique cardiaque en cas de détection d'une apnée, ces moyens de commande n'étant activables que pendant les phases de sommeil et étant inhibés dans le cas contraire. Ces moyens permettent ainsi le traitement par électrostimulation du syndrome de l'apnée du sommeil chez le patient.

## Description

**[0001]** L'invention concerne le diagnostic et le traitement du syndrome d'apnée du sommeil et son traitement par électrostimulation.

**[0002]** Le syndrome d'apnée du sommeil (SAS), plus précisément le syndrome d'apnée obstructive (et non centrale) du sommeil (SAOS) est une affection ayant généralement pour origine une obstruction des voies respiratoires, et qui est susceptible d'entraîner un certain nombre de troubles tels que respiration pénible et insuffisante, troubles du rythme cardiaque, hypertension.

**[0003]** Divers traitements ont été proposés par chirurgie, par voie médicamenteuse, ou encore par maintien d'une pression positive dans les voies respiratoires au moyen d'un masque facial porté pendant le sommeil.

**[0004]** Le US-A-5 485 851 (Medtronic) propose également de traiter le SAS par stimulation électrique neuro-musculaire. Ce document décrit un générateur d'impulsions implanté, piloté par un capteur permettant de suivre le rythme respiratoire et ainsi détecter la survenue d'une apnée. Lorsqu'une apnée est détectée, le générateur délivre une salve d'impulsions électriques à une électrode implantée de stimulation des muscles contrôlant les voies aériennes du patient. Le dispositif analyse l'état métabolique et fonctionnel du patient pour n'appliquer la stimulation que pendant les phases d'activité où un SAS est réellement susceptible d'apparaître.

**[0005]** L'un des buts de l'invention est de proposer une thérapie du SAS par des moyens différents, non plus par stimulation neurologique des muscles contrôlant les voies aériennes du patient mais, de façon caractéristique de l'invention, par une stimulation particulière du myocarde en cas de SAS détectée.

**[0006]** L'invention s'applique ainsi particulièrement bien au traitement du SAS chez des patients qui sont déjà porteurs d'un stimulateur cardiaque (car il ne sera pas nécessaire d'implanter un dispositif spécifique pour le traitement du SAS). Mais on peut également prévoir d'implanter un stimulateur cardiaque selon l'invention dans le seul but de traiter le SAS, si nécessaire ; la technique d'implantation des stimulateurs est en effet une technique très bien maîtrisée et répandue, et la mise en place d'un dispositif selon l'invention ne nécessite, du point de vue du chirurgien, aucun changement dans le *modus operandi* auquel il est accoutumé.

**[0007]** Plus précisément, le dispositif de l'invention est un dispositif médical implantable actif de type stimulateur cardiaque, défibrillateur, cardiovertteur ou dispositif multisite, du type générique comprenant: des moyens de stimulation cardiaque ; des moyens de mesure de l'activité respiratoire du patient; et des moyens de détermination d'un état d'activité, cet état étant susceptible de prendre, en fonction de critères prédéterminés, une valeur représentative d'un état de sommeil du patient.

**[0008]** Selon l'invention, ce dispositif comporte en

outre des moyens d'analyse, pour déterminer la survenue d'une apnée en fonction du signal délivré par les moyens de mesure, et des moyens de commande des moyens de stimulation, aptes à commander l'application sélective au patient d'un stimulus électrique cardiaque en cas de détection d'une apnée, ces moyens de commande n'étant activables que pendant les phases de sommeil et étant inhibés dans le cas contraire, de manière à permettre le traitement par électrostimulation du syndrome de l'apnée du sommeil chez le patient.

**[0009]** Selon diverses caractéristiques avantageuses :

- les moyens de stimulation cardiaque sont des moyens aptes, en cas de survenue d'une apnée, à accélérer la fréquence de battement du myocarde par rapport au rythme sinusal naturel du patient ;
- les moyens d'analyse détectent la survenue d'apnées successives au cours d'une phase de sommeil et déterminent la survenue d'un syndrome d'apnée du sommeil lorsque le nombre d'apnées détectées pendant une période de temps donnée dépasse un seuil prédéterminé ;
- les moyens de détermination d'un état d'activité analysent le signal délivré par lesdits moyens de mesure de l'activité respiratoire du patient et/ou par des moyens de mesure auxiliaires, distincts des moyens de mesure de l'activité respiratoire du patient;
- les moyens de mesure de l'activité respiratoire du patient comprennent un capteur de ventilation-minute et/ou un capteur de mesure de la saturation en oxygène du sang.

**[0010]** D'autres caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-dessous d'un exemple de réalisation, en référence à la figure unique qui montre un signal représentatif du rythme respiratoire du patient, respectivement en l'absence de trouble et au moment de la survenue d'une apnée.

**[0011]** La figure 1 représente l'évolution du rythme respiratoire d'un patient pendant le sommeil, représenté ici par l'évolution au cours du temps du signal de ventilation-minute (signal VE, dit également signal MV), qui est un paramètre à prépondérance physiologique obtenu par une mesure intrathoracique d'impédance. Mais, bien que le signal de ventilation-minute soit généralement le plus aisé à mettre en oeuvre pour le suivi du rythme respiratoire du patient, d'autres signaux provenant d'autres types de capteurs peuvent être utilisés en variante ou en complément du capteur de ventilation-minute, par exemple un capteur de mesure de la saturation en oxygène dans le sang.

**[0012]** La mesure de la ventilation-minute est en elle-même bien connue ; elle est opérée entre deux électrodes disposées dans la cage thoracique, ou entre une électrode (par exemple une électrode de stimulation, si le dispositif implanté est un stimulateur cardiaque) et un

boîtier du dispositif médical implanté. L'impédance est mesurée par injection d'un courant constant de quelques centaines de microampères, à une fréquence de quelques hertz, typiquement 8 Hz. Cette technique est par exemple décrite par Bonnet JL et coll., Measurement of Minute-Ventilation with Different DDDR Pacemaker Electrode Configurations, *PACE*, Vol. 21, 98, Part 1, et elle est mise en oeuvre dans les appareils *Chorus RM 7034* d'ELA Médical.

[0013] On peut déterminer à partir de ce signal une période respiratoire T (figure 1), définie comme étant le temps séparant deux pics d'impédance. Les pics correspondent à de fortes impédances obtenues lors de l'inspiration (poumons remplis d'air), et la décroissance de l'impédance correspond à une phase expiratoire.

[0014] La figure 2 illustre le signal de ventilation-minute relevé chez des patients souffrant d'apnée du sommeil. Ces patients ont des phases expiratoires normales, car la pression pulmonaire est suffisante pour vaincre l'obstruction ; en revanche, l'inspiration est anormale car les poumons ne peuvent pas se remplir d'air. On peut alors observer, comme illustré sur cette figure 2, un allongement important de la période respiratoire T après une expiration.

[0015] La première étape consiste à diagnostiquer une apnée du sommeil.

[0016] Une apnée est définie classiquement comme une pause respiratoire de durée supérieure à dix secondes, phénomène qu'il est aisé de détecter par suivi du signal de ventilation-minute.

[0017] De plus, cette pause doit survenir pendant une phase de sommeil du patient, car une apnée en état d'éveil ne peut en aucun cas être à l'origine d'un SAS.

[0018] Pour respecter ce dernier critère, l'invention propose de prévoir une discrimination entre le sommeil et l'éveil du patient, afin de n'appliquer une thérapie que pendant les phases de sommeil et inhiber tout traitement si l'apnée survient pendant une phase d'éveil, car dans ce cas elle n'est normalement pas pathologique.

[0019] La période de sommeil est diagnostiquée bien entendu de façon automatique, soit à partir du signal délivré par le capteur de suivi du rythme respiratoire du patient, soit par un capteur distinct, par exemple un capteur d'activité mesurant un paramètre à prépondérance physique tel que l'accélération mesurée par un capteur interne au boîtier.

[0020] Le EP-A-0 719 568 (ELA Médical) décrit en particulier un procédé de détermination d'un "critère d'activité de capteur" permettant d'opérer une distinction entre des phases de repos (nocturne ou diurne) du porteur de l'appareil et d'autres phases d'activité, notamment à partir d'un capteur de ventilation-minute.

[0021] Les EP-A-0 750 920 (ELA Médical) et EP-A-0 770 407 (ELA Médical) décrivent, quant à eux, des dispositifs médicaux utilisant les informations combinées d'un capteur physiologique et d'un capteur physique, notamment d'un capteur de ventilation-minute et d'un accéléromètre, pour déterminer un état d'activité ou de

repos du patient.

[0022] Ayant ainsi diagnostiqué une apnée et confirmé que celle-ci est bien une apnée du sommeil, on procède au calcul de l'indice d'apnée.

[0023] Pour ce faire, lorsque cet indice dépasse un seuil prédéterminé, par exemple plus de dix apnées par heure (ce nombre pouvant être éventuellement programmable en fonction du patient), on définit la présence d'un SAS.

[0024] Dès qu'un SAS est diagnostiqué, une stimulation électrique est alors appliquée au patient pour compenser les effets néfastes du SAS.

[0025] Cette stimulation est, selon l'invention, une stimulation cardiaque, par exemple par accélération de la fréquence de battement du myocarde, pour compenser les effets du SAS. Cette stimulation cardiaque sera appliquée dès qu'un SAS est diagnostiqué, en augmentant la fréquence de stimulation de quelques coups par minute (typiquement +10 cpm) par rapport au rythme sinusal naturel du patient.

## Revendications

1. Un dispositif médical implantable actif de type stimulateur cardiaque, défibrillateur, cardiovertteur ou dispositif multisite, comprenant :

- des moyens de stimulation cardiaque,
- des moyens de mesure de l'activité respiratoire du patient, et
- des moyens de détermination d'un état d'activité, cet état étant susceptible de prendre, en fonction de critères prédéterminés, une valeur représentative d'un état de sommeil du patient,

dispositif caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- des moyens d'analyse, pour déterminer la survenue d'une apnée en fonction du signal délivré par les moyens de mesure, et
- des moyens de commande des moyens de stimulation, aptes à commander l'application sélective au patient d'un stimulus électrique cardiaque en cas de détection d'une apnée, ces moyens de commande n'étant activables que pendant les phases de sommeil et étant inhibés dans le cas contraire,

de manière à permettre le traitement par électrostimulation du syndrome de l'apnée du sommeil chez le patient.

2. Le dispositif de la revendication 1, dans lequel les moyens de stimulation cardiaque sont des moyens aptes, en cas de survenue d'une apnée, à accélérer la fréquence de battement du myocarde par rapport au rythme sinusal naturel du patient.

3. Le dispositif de la revendication 1, dans lequel les moyens d'analyse détectent la survenue d'apnées successives au cours d'une phase de sommeil et déterminent la survenue d'un syndrome d'apnée du sommeil lorsque le nombre d'apnées détectées pendant une période de temps donnée dépasse un seuil prédéterminé. 5
4. Le dispositif de la revendication 1, dans lequel les moyens de détermination d'un état d'activité analysent le signal délivré par lesdits moyens de mesure de l'activité respiratoire du patient. 10
5. Le dispositif de la revendication 1, dans lequel les moyens de détermination d'un état d'activité analysent le signal délivré par des moyens de mesure auxiliaires, distincts desdits moyens de mesure de l'activité respiratoire du patient. 15
6. Le dispositif de la revendication 1, dans lequel les moyens de mesure de l'activité respiratoire du patient comprennent un capteur de ventilation-minute. 20
7. Le dispositif de la revendication 1, dans lequel les moyens de mesure de l'activité respiratoire du patient comprennent un capteur de mesure de la saturation en oxygène du sang. 25

30

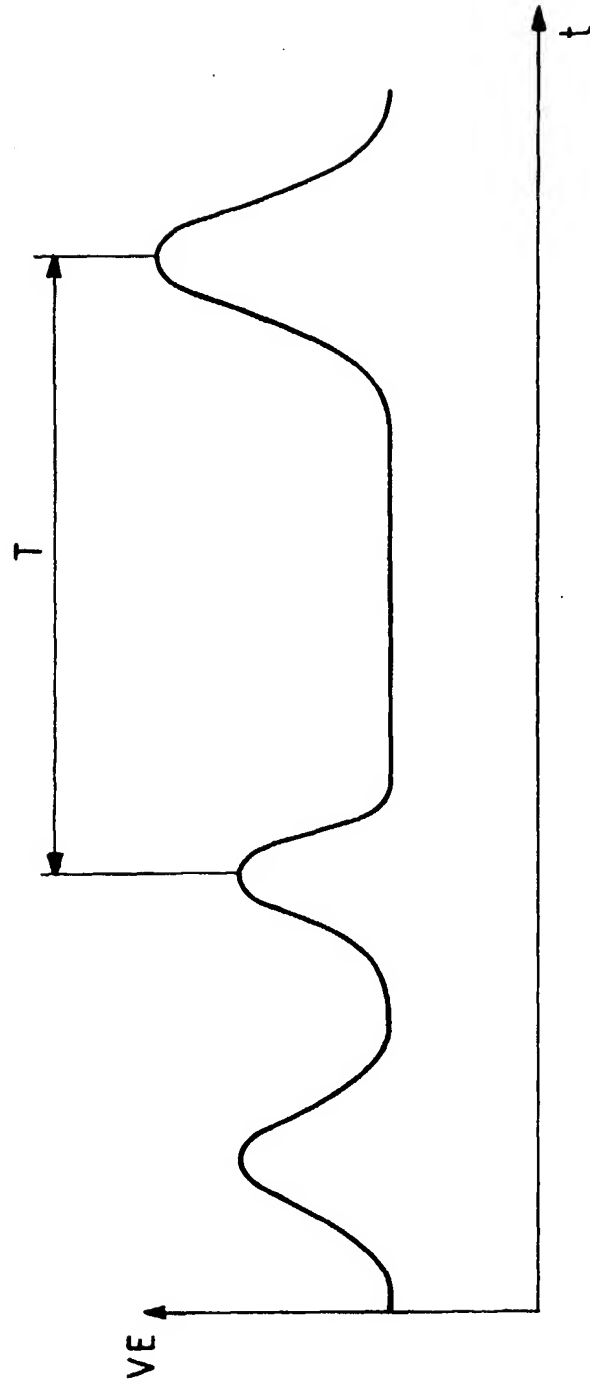
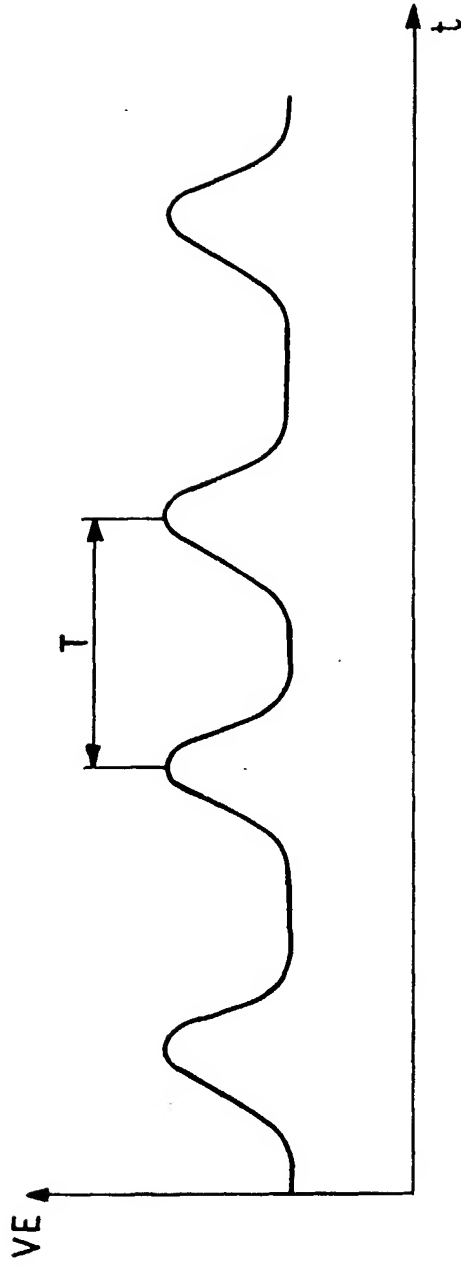
35

40

45

50

55





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 99 40 1683

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
Y,D	US 5 485 851 A (ERICKSON DONALD J) 23 janvier 1996 (1996-01-23) * abrégé; figure 23 * * colonne 5, ligne 22 - colonne 6, ligne 45 * * colonne 14, ligne 19 - colonne 16, ligne 43 * ----	1-7	A61M16/00 A61N1/36
Y	US 5 713 933 A (GREENINGER DANIEL J ET AL) 3 février 1998 (1998-02-03) * abrégé; figures * * colonne 1, ligne 57 - colonne 2, ligne 9 * * colonne 5, ligne 64 - colonne 6, ligne 16 * & WO 96 16696 A (MEDTRONIC INC) 6 juin 1996 (1996-06-06) ----	1-7	
A,D	EP 0 750 920 A (ELA MEDICAL SA) 2 janvier 1997 (1997-01-02) * abrégé; figures * * colonne 1, ligne 19 - ligne 25 * * colonne 4, ligne 21 - colonne 5, ligne 37 * ----	2,6,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)  A61M A61N
A	US 5 024 222 A (THACKER JAMES R) 18 juin 1991 (1991-06-18) * colonne 3, ligne 5 - ligne 16; figures 5,6 * ----	2,6,7	
A	WO 92 03983 A (EDENTEC ; SHANNON JOHN L JR (US); BOWMAN BRUCE R (US)) 19 mars 1992 (1992-03-19) * abrégé; figure 1 * * page 7, ligne 1 - page 8, ligne 15 * ----- -/--	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>5 octobre 1999</b>	Examineur <b>Zelnstra, H</b>
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 99 40 1683

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	WO 84 02080 A (TRITEC IND INC) 7 juin 1984 (1984-06-07) * abrégé; figures 8A-8C * * page 31, ligne 11 - ligne 19 * * page 38, ligne 1 - ligne 12 * ----	1	
A,D	EP 0 770 407 A (ELA MEDICAL SA) 2 mai 1997 (1997-05-02) * abrégé; figure 1 * * page 2, ligne 6 - ligne 13 * * page 3, ligne 44 - page 4, ligne 19 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>5 octobre 1999</b>	Examineur <b>Zeinstra, H</b>
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			





**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 40 1683

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05-10-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5485851 A	23-01-1996	AUCUN	
US 5713933 A	03-02-1998	AU 4156696 A	19-06-1996
		CA 2206404 A	06-06-1996
		EP 0794814 A	17-09-1997
		JP 10513368 T	22-12-1998
		WO 9616696 A	06-06-1996
		US 5902325 A	11-05-1999
		US 5843137 A	01-12-1998
EP 0750920 A	02-01-1997	FR 2735985 A	03-01-1997
		US 5722996 A	03-03-1998
		JP 9164213 A	24-06-1997
US 5024222 A	18-06-1991	AU 622097 B	26-03-1992
		AU 7015491 A	22-08-1991
		DE 69119263 D	13-06-1996
		DE 69119263 T	19-09-1996
		EP 0443495 A	28-08-1991
		JP 1872827 C	26-09-1994
		JP 4218172 A	07-08-1992
		JP 5079347 B	02-11-1993
WO 9203983 A	19-03-1992	US 5123425 A	23-06-1992
		AU 8427891 A	30-03-1992
		US 5265624 A	30-11-1993
WO 8402080 A	07-06-1984	US 4462398 A	31-07-1984
		US 4506666 A	26-03-1985
		US 4461293 A	24-07-1984
		AT 79775 T	15-09-1992
		AU 601042 B	30-08-1990
		AU 1645088 A	11-08-1988
		AU 577775 B	06-10-1988
		AU 2332484 A	18-06-1984
		CA 1231416 A,C	12-01-1988
		DE 3382613 A	01-10-1992
		EP 0127675 A	12-12-1984
		HK 87693 A	03-09-1993
		US 4519387 A	28-05-1985
		US 4570631 A	18-02-1986
EP 0770407 A	02-05-1997	FR 2739782 A	18-04-1997
		JP 9182806 A	15-07-1997
		US 5766228 A	16-06-1998

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

